

## 7. Gestão hidroagrícola e análise de risco em períodos de seca

### 7.1. Introdução

Em regiões áridas ou sub-húmidas, onde existe um equilíbrio mais delicado entre a procura e a disponibilidade da água, a ocorrência de secas é particularmente gravosa, devido a sua capacidade de provocar fortes desequilíbrios naquela relação, ainda mais quando não se tenham implementado medidas estruturais, de gestão e operacionais relativas aos recursos hídricos, ou mesmo práticas de poupança de água ao nível da sociedade (Pereira, 2002b; Pereira *et al.*, 2009b). O impacto de uma seca severa e prolongada é suscetível de causar enormes prejuízos económicos, bem como graves consequências a nível socioeconómico. Um estudo efetuado por Wilhite (1985) refere os prejuízos devido a secas como as catástrofes naturais mais dispendiosas. É reconhecido que a seca é entendida como um desastre ou evento adverso apenas quando afeta a vida, interesses económicos e bem-estar social duma comunidade humana. Os impactos de uma seca de determinada severidade podem variar consideravelmente de acordo com o nível de procura existente face às disponibilidades hídricas (Rossi, 2003).

A importância da gestão do risco em situação de seca está relacionada com a capacidade de resposta da sociedade. Por outras palavras, a diferença na gestão das secas, entre tratá-las como uma fatalidade absolutamente aleatória ou geri-las como um processo de rotura ou desastre cujo risco é reconhecido, não depende apenas das tecnologias de gestão disponíveis, mas também da forma como a sociedade é capaz de se organizar para contrariar os desastres que a afetam (Pereira, 2010b).

Em Cabo Verde, as condições de secas são ocorrências normais que resultam em stress hídrico nas plantas e, conseqüentemente, em baixos rendimentos. Perante tais ocorrências os agricultores têm recorrido aos seus próprios meios e estratégias de gestão hidroagrícola, tentando minimizar os riscos de perdas económicas. Em períodos de secas severas e extremas, mais raras e mais graves, a comunidade camponesa não está devidamente organizada, nem dispõe de meios físicos e tecnológicos adequados para contrariar os impactos da seca. Porém, durante esses períodos, o governo normalmente declara o “estado de emergência” nas regiões afetadas e mobiliza para aí meios financeiros, criando trabalhos temporários como forma de fomentar algum rendimento às famílias rurais vítimas da seca.

O sector agrícola, à semelhança de qualquer outro sector de atividade, tem os seus riscos que dependem, não apenas das condições climáticas e físicas do sistema, mas também das opções de gestão do agricultor ou gestor. Por isso, pretendendo-se, no presente estudo, apresentar propostas de gestão de rega, a nível das parcelas, teve-se em consideração as indicações do grau de risco, a fim de orientar os agricultores do perímetro de Achada Baleia - caso de estudo - na ponderação da melhor estratégia de rega a adotar em situações de seca ou de escassez hídrica. Para tal, procedeu-se à análise de risco de duas opções de rega: rega deficitária (com manutenção da área regada) e/ou redução da área regada (com manutenção da produtividade por hectare).

Para efetuar a análise de risco seguiu-se a metodologia proposta por Almeida (2011), que consiste nas seguintes etapas: i) caracterização preliminar das incertezas presentes nos fenómenos meteorológicos e hidrológicos; ii) estimação das necessidades, disponibilidades hídricas e respetivas probabilidades de ocorrência; iii) identificação de graus de severidade

de seca - construindo vários cenários de disponibilidade de água; e iv) avaliação do risco o qual pode ser considerado como valor expectável dos prejuízos no período considerado.

Neste estudo, a seca é tratada como um perigo, ou seja, um acontecimento natural que ameaça a produção agrícola. O risco (quebra de rendimento líquido), embora não sendo sinónimo de perigo (seca), está intimamente ligado a este. O nível de risco varia segundo o nível de perigo e também com a exposição e vulnerabilidade ao perigo.

Para que o agricultor ou gestor possa efetivamente identificar, priorizar e garantir a gestão eficaz do seu sistema produtivo, deve estar informado dos diversos riscos que podem afetar a sua atividade económica, ou seja, deve ter todas as informações referentes às estratégias de rega que lhe são apresentadas de forma a estar suficientemente consciente do risco de cada estratégia face ao perigo. Só assim poderá tomar decisões e, se incorrer em risco, terá capacidade para gerir o mesmo. O grau de preparação ou de alerta e as medidas mitigadoras podem ser vitais para alterar o risco.

O mesmo acontecimento de seca tem consequências bastante mais suaves num sistema de produção onde os agricultores estejam informados e preparados do que num outro, em que não exista um plano de gestão ou uma estratégia de rega alternativa.

Quando se refere a gestão de risco, muitas vezes o termo risco é encarado como uma ameaça. A ideia subjacente é a proteção da atividade económica, bens ou vidas e da redução dos possíveis danos ou perdas, através de minimização ou eliminação do risco. No entanto, quando a gestão de risco é feita de forma estratégica, o risco não deve ser encarado como uma ameaça, mas sim como uma oportunidade, e a gestão de risco, como um instrumento capaz de gerar lucros ou rendimentos.

As diferentes estratégias de rega deficitária (objeto do Capítulo 5) e os respetivos resultados da produtividade física e económica da água (tratados no Capítulo 6) permitiram a seleção de alternativas de gestão da rega com melhor desempenho face às limitações de disponibilidades hídricas em anos secos. Interessa agora, neste capítulo, avaliar em termos financeiros quais os riscos de quebra de rendimento líquido a que o agricultor estará sujeito adotando tais estratégias de rega deficitária, e/ou reduzindo simplesmente a área regada devido a seca.

Antes de prosseguir com o objetivo específico deste capítulo, retoma-se, embora numa perspetiva mais abrangente, o conceito de seca, já subjacente a capítulos antecedentes, e precisa-se o conceito de risco, um e outro amplamente referidos na análise que se segue. Com efeito, a seca representa uma das principais ameaças (perigo) à produção agrícola e, o risco ou quebra de rendimento líquido, uma das grandes preocupações do agricultor ou gestor.

Muitos estudos têm sido publicados no sentido de melhorar a compreensão do fenómeno da seca. Entre eles podem citar-se os realizados por Wilhite & Glantz (1987), Tate & Gustard (2000), Maracchi (2000) e Pereira *et al.* (2009b), dando ênfase às definições e à forma como as secas se relacionam com as atividades humanas, o meio, o tempo e o espaço em análise. Dos quatro regimes xéricos determinantes da escassez de água, ou seja, a aridez, a seca, a desertificação e a penúria de água (Pereira *et al.*, 2009b), refere-se aqui a seca e o seu impacto na gestão hidroagrícola.

Seca define-se como um desequilíbrio natural e temporário na disponibilidade de água que consiste em precipitação persistentemente abaixo da média, com frequência, duração e

severidade incertas, cuja ocorrência é imprevisível ou difícil de prever e que resulta na redução da disponibilidade dos recursos hídricos e da capacidade de resposta dos ecossistemas, sejam eles naturais ou antrópicos. De salientar a imprevisibilidade do início e do fim das secas e da sua severidade, o que lhes confere características de fenómeno aleatório e de desastre (Pereira *et al.*, 2009b).

A Sociedade Americana de Meteorologia (*American Meteorological Society*, 1997) agrupa as definições ou tipos de secas em quatro categorias, de acordo com diferentes perspetivas: i) a seca meteorológica (em estreita relação com a escassez ou ausência de precipitação) e as secas ii) agrícola, iii) hidrológica e iv) socioeconómica, que descrevem os impactos sobre a agricultura, os recursos hídricos e as atividades humanas, respetivamente. Estes aspetos são analisados de forma diferente por Pereira *et al.* (2009b) e Pereira (2010b). Segundo estes autores, as definições prendem-se com a perceção das secas por parte dos utilizadores e gestores da água o que implica igualmente tempos diferentes para reconhecer a iniciação e instalação das secas (Figura 7.1). Em primeiro lugar são detetados os défices de precipitação, a que se associa a noção de secas meteorológicas. De seguida, detetam-se os défices de água no solo, causando stress nas culturas e na vegetação natural, a que correspondem a chamadas secas agrícolas. Depois, são observáveis deficiências nos escoamentos dos rios devido à insuficiente precipitação, as quais revelam as secas hidrológicas. Continuando, estas deficiências originam insuficiente disponibilidade das águas superficiais, nomeadamente no armazenamento, o que causa insuficiências na distribuição e fornecimento de água aos utilizadores, o que se designa como secas de gestão da água. Por último, os impactos do défice de precipitação fazem-se sentir nos aquíferos, originando secas hidrogeológicas (Pereira, 2010b).

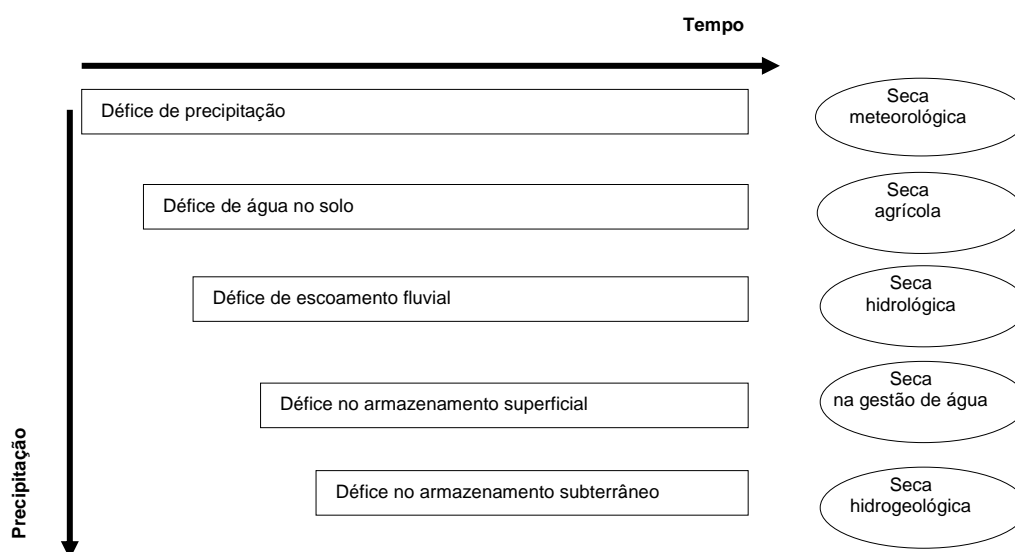


Figura 7.1: Diferentes percepções das secas levam a diferentes conceitos (Pereira, 2010b).

O tempo necessário para perceber a ocorrência dos défices depende dos processos hidrológicos envolvidos: menor quando se observa a depleção da água no solo, muito maior quando se avalia o armazenamento em aquíferos de grande dimensão. Porém, a perceção varia com a natureza das relações entre os processos hidrológicos, as condições físicas e ambientais da área em questão, o tipo de usos de água e a natureza das atividades afetadas. O estudo das secas torna-se importante devido sobretudo aos impactos do fenómeno - sobre as atividades económicas, sociais e ambientais - que são tanto maiores

quanto a procura se aproxima das disponibilidades de água e as atividades afetadas têm maior importância social. Os impactos são também maiores quando os sistemas hídricos são insuficientemente geridos e quando a poluição e contaminação dos recursos existentes são mais elevadas (Pereira, 2010b).

O termo risco é proveniente da palavra *risicu* ou *riscu*, em latim. O conceito atual envolve a quantificação e qualificação da incerteza, em relação ao rumo dos acontecimentos planejados. Frequentemente, o risco é visto como o produto entre a probabilidade de ocorrência do perigo e a perda prevista. Risco é um evento futuro identificado, ao qual é possível associar uma probabilidade de ocorrência (Almeida, 2011). Bernstein (1997) diz que a origem do termo risco vem do italiano antigo *risicare* cujo significado é ousar, dando a percepção clara de que o risco é uma opção e não uma fatalidade. Portanto, se o risco é uma opção, envolvendo uma tomada de decisão, essa decisão, que possui consequências importantíssimas para o futuro das pessoas e das instituições nela envolvidas, deve ser baseada em critérios coerentes e mensuráveis, surgindo, assim, a necessidade de medir o risco e de geri-lo (Coimbra, 2010).

## 7.2. Caracterização preliminar das incertezas presentes nos fenômenos hidrológicos. Precipitação e armazenamento no aquífero

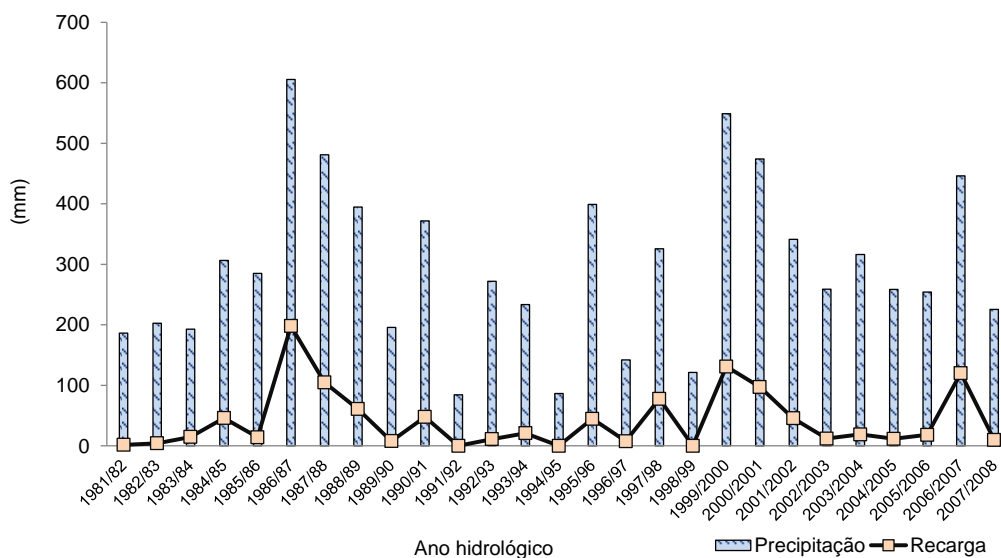
As variáveis hidrológicas a considerar na análise de risco referem-se às precipitações ( $P$ ) e aos valores de recarga ou do armazenamento no aquífero,  $Q_r$ , estimados pelo modelo de balanço hídrico mensal - modelo de Temez (Capítulo 5).

O Quadro 7.1 contém a indicação da precipitação ponderada e dos correspondentes valores de  $Q_r$  na bacia hidrográfica de São Domingos, no período de 27 anos hidrológicos, entre 1981/82 e 2007/2008.

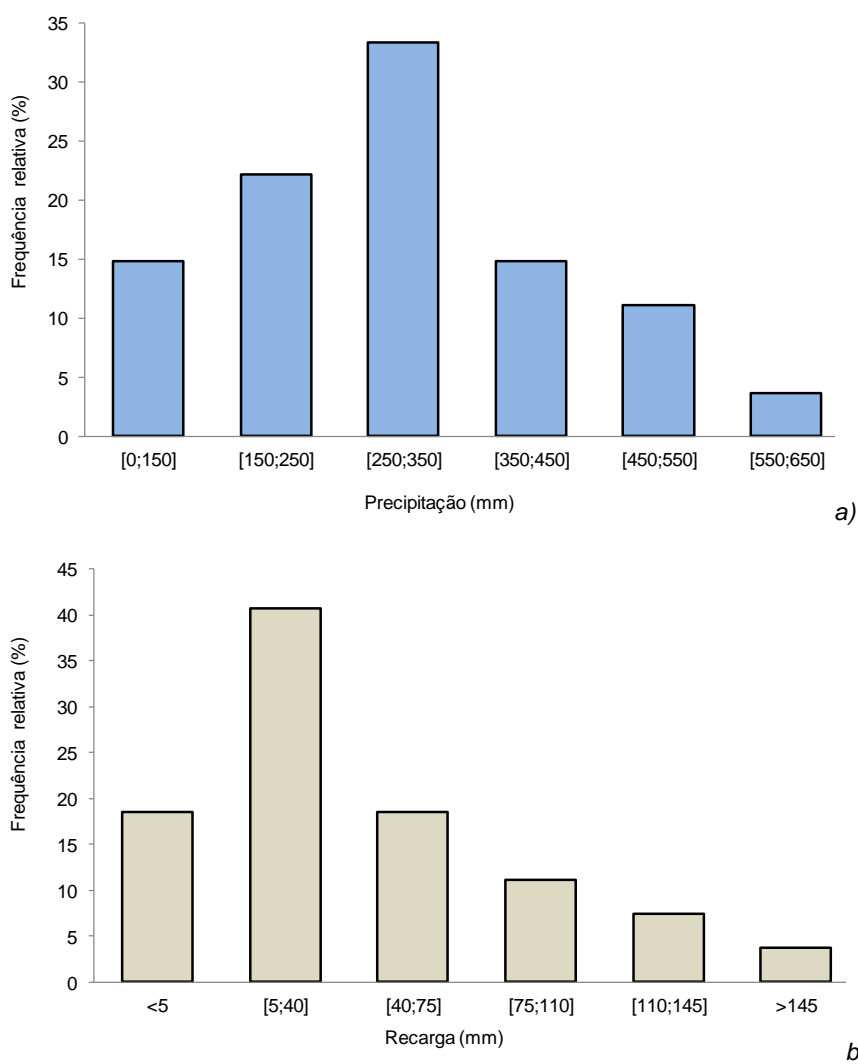
**Quadro 7.1:** Precipitações ponderadas e recargas subterrâneas na bacia hidrográfica de São Domingos – Achada Baleia.

Ano hidrológico	Precipitação ponderada $P_p$ (mm)	Recarga, $Q_r$ (mm)	Ano hidrológico	Precipitação ponderada $P_p$ (mm)	Recarga $Q_r$ (mm)
1981/82	186.58	1.75	1995/96	399.10	44.60
1982/83	202.89	4.22	1996/97	142.16	7.72
1983/84	192.88	14.81	1997/98	325.84	77.77
1984/85	306.47	45.94	1998/99	121.64	0.03
1985/86	285.07	14.14	1999/00	548.96	131.02
<b>1986/87</b>	<b>605.56</b>	<b>197.94</b>	2000/01	474.09	97.25
1987/88	481.29	104.82	2001/02	341.30	45.52
1988/89	394.96	60.92	2002/03	259.18	11.97
1989/90	195.89	7.90	2003/04	316.36	18.96
1990/91	371.77	47.69	2004/05	258.82	11.73
1991/92	84.54	0.02	2005/06	254.46	18.28
1992/93	272.07	11.07	2006/07	446.34	120.21
1993/94	233.52	20.90	2007/08	225.70	9.78
1994/95	86.82	0.00			

Recorda-se que as anteriores amostras são constituídas por um valor por ano hidrológico. Os padrões das correspondentes variabilidades temporais podem ser visualizados nos diagrama da Figura 7.2 e, de forma mais elaborada, nos histogramas da Figura 7.3 a) e b).



**Figura 7.2:** Variabilidade temporal da precipitação anual ( $P_p$ ) e da recarga subterrânea anual ( $Q_r$ ) na bacia de São Domingos – Achada Baleia, no período de 27 anos hidrológicos, entre 1981/82 e 2007/2008.



**Figura 7.3:** Histogramas da precipitação anual, a), e da recarga subterrânea anual, b), na bacia de São Domingos – Achada Baleia, no período de 27 anos hidrológicos, entre 1981/82 e 2007/2008.

Para construir o histograma da Figura 7.3 b) obtiveram-se as ocorrências ou frequências absolutas com que os sucessivos valores de  $P_p$  e  $Q_r$  estão compreendidos entre os limites das sucessivas classes, tendo sido consideradas classes com amplitude de 100 e 35 mm para  $P_p$  e  $Q_r$ , respectivamente. O resultado, em cada classe, do quociente entre a correspondente frequência absoluta e o número total de valores da amostra ou dimensão da amostra ( $N$ ), é a frequência relativa nesse intervalo de classes (eixo principal das ordenadas), que, na Figura 7.3 a) e b) está expressa em percentagem. Para fixar o número de intervalos de classe do histograma adotou-se a regra de Sturges, na qual  $NIC$  denota o número recomendado daqueles intervalos:

$$NIC = 1 + 3.3 \log_{10}(N) \tag{7-1}$$

No Quadro 7.2 apresentam-se as categorias de frequência de ocorrência e os períodos de retorno, deduzidos a partir das probabilidades empíricas de excedência das disponibilidades hídricas, para as seis classes definidas segundo a Equação 7-1. Deste modo, os anos com as mais baixas precipitações pertencem à primeira classe (I) e os com as mais elevadas precipitações estão incluídos na última classe (VI).

**Quadro 7.2:** Precipitação na bacia de São Domingos – Achada Baleia. Classes e respetivas probabilidades e períodos de retorno.

Classe	$P_p$ (mm)	Frequência			Probabilidade ( $P_r$ )		Período de retorno (ano)
		Absoluta	Relativa (%)	Relativa acumulada (%)	de excedência (%)	de não excedência (%)	
I	[0;100]	2	7.41	7.41	93	7	1
II	[100;200]	5	18.52	25.93	74	26	1
III	[200;300]	8	29.63	55.56	44	56	2
IV	[300;400]	7	25.93	81.48	19	81	5
V	[400;500]	3	11.11	92.59	7	93	14
VI	>500	2	7.41	100.00	0	100	----
	N=	27					

Pela análise dos anteriores resultados verifica-se que a probabilidade de excedência associada a valores de precipitação menores que 100 mm é muito grande (93%); a probabilidade de excedência de precipitação entre 100 e 200 mm é de 74%; sendo de 44% a probabilidade associada à ocorrência de precipitação entre 200 e 300 mm, e de 19 e 7% a probabilidade de ocorrência de precipitação nas classes de 300 a 400 e 400 a 500 mm, respetivamente.

Os dados das necessidades líquidas de rega ( $NIR$ ) das diferentes culturas apresentadas no Capítulo V (Quadro 5.5), permitem concluir que só a precipitação não é suficiente para satisfazer as necessidades hídricas das culturas. Pelo que, para satisfazer as necessidades hídricas das culturas durante todo o seu ciclo, é necessário recorrer a outras fontes hídricas para rega, nomeadamente a  $Q_r$ , que corresponde ao volume armazenado no reservatório,  $S_{sub}$ . A contribuição desse volume para o escoamento total ( $Q_t$ ) e para a recarga do aquífero profundo é dinâmica ao longo do tempo, sendo que a contribuição mínima do  $Q_r$  para eventual uso na rega ocorre quando o nível de água armazenada no reservatório,  $S_{sub}$ , é igual à cota do leito do curso de água (Figura 2.13).

A opção por  $Q_r$  como uma hipotética disponibilidade hídrica para rega é conservacionista, pretendendo evitar o esgotamento do aquífero e o agravamento da intrusão salina presente

em Achada Baleia. Além desta postura conservacionista, a escolha de  $Q_r$  deve-se também ao facto de:

- a) a bacia de São Domingos ainda não dispor de meios de aproveitamento ou armazenamento de escoamento ( $Q_t$ );
- b) a precipitação, muito frequentemente, ocorrer de forma intensa e com curta duração, o que dificulta o armazenamento do escoamento superficial direto,  $Q_s$ , assim gerado;
- c) num ano chuvoso, a maior parte da precipitação destinar-se à satisfação da evapotranspiração real,  $ET_r$  (38%) seguida do escoamento total,  $Q_t$ , (32%) e da recarga do aquífero,  $Q_r$ , (30%); os resultados do balanço hídrico mensal (modelo Temez) indicaram que  $Q_t$  e  $Q_r$  são próximos e que a contribuição do escoamento subterrâneo ( $Q_{sub}$ ) para  $Q_t$  é muito superior à do escoamento superficial direto ( $Q_s$ ) (Capítulo 4);
- d) existirem vários diques de recarga e de retenção ao longo dos cursos de água, a par com terraços, muretes e socalcos nas encostas que contribuem para aumentar a recarga e permitir a disponibilidade de água por um período mais longo;
- e) ocorrerem elevadas perdas de água por evaporação (cerca de  $1.5 \text{ m ano}^{-1}$ );
- f) mais de 95% da rega se fazer recorrendo à água subterrânea (aquífero profundo).

Pretendendo-se avaliar as ocorrências de disponibilidade de água para rega, aplicou-se aos valores de recarga estimados para Achada Baleia, entre 1981/82 e 2007/2008, um tratamento em tudo equivalente ao antes apresentado para a precipitação. Os resultados obtidos constam do Quadro 7.3.

**Quadro 7.3:** Recarga na bacia de São Domingos – Achada Baleia. Classes e respetivas probabilidades e períodos de retorno.

$Q_r$ (mm)	Frequência			Probabilidade (Pr)		Período de retorno (ano)
	Absoluta	Relativa (%)	Relativa acumulada (%)	de excedência (%)	de não excedência (%)	
<5	5	18.52	18.52	81	19	1
[5;40]	11	40.74	59.26	41	59	3
[40;75]	5	18.52	77.78	22	78	5
[75;110]	3	11.11	88.89	11	89	9
[110;145]	2	7.41	96.30	4	96	27
>145	1	3.70	100.00	0	100	
N=	27					

Verifica-se que é muito frequente (81%) a ocorrência de recargas ( $Q_r$ ) inferiores a 5 mm, frequentes (41%) valores de  $Q_r$  entre 5 a 40 mm e menos frequente (22%) valores entre 40 a 75 mm. A probabilidade de ocorrer  $Q_r$  entre 75 a 110 mm é de 11% e de 4% a probabilidade de  $Q_r$  entre 110 a 145 mm.

Dos 27 anos analisados, observou-se apenas um, o de 1986/87, no qual  $Q_r$  foi de 197.94 mm, correspondente a um ano chuvoso definido no Capítulo 4 (em 4.4.3.2), com grande excesso de precipitação ( $P_x$ ) durante a época chuvosa. A análise da disponibilidade de água teve por base esse valor máximo de recarga, ou seja,  $197940 \text{ m}^3 \text{ km}^2$ .

### 7.3. Necessidades e disponibilidades hídricas para rega

A estimativa das necessidades de rega processou-se com base nos valores das necessidades líquidas de rega,  $NIR$  (Capítulo 5) e nos pesos das áreas do perímetro

ocupadas pelas diferentes culturas (Quadro 7.4.). Os valores de *NIR* são referentes a ocorrências de secas menos frequentes mas com fortes impactos (*SS* e *SE*).

As necessidades de rega foram estimadas considerando todas as culturas selecionadas (cenoura, cebola, tomate, mandioca, bata-doce, milho, banana, pimento e cana-de açúcar). Para outras culturas (repolho, couve, espinafre, alho, coentro, alface, pepino, beringela, beterraba, nabo, feijão verde, inhame, abóbora, abobrinha, melancia) que ocupam uma área muito reduzida (5%), não foi possível recolher informações, uma vez que são praticadas em pequenas áreas e quase sempre consociadas, pelo que a *NIR* para tais culturas foi estimada com base no valor médio das *NIR* das culturas menos exigentes em água.

Para avaliar as disponibilidades hídricas adotou-se uma área de recarga cem vezes superior à da rega. Os resultados das necessidades de rega por hectare em anos de seca severa (*SS*) e extrema (*SE*) são cerca de 6606.2 e 7285.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respetivamente (Quadro 7.4).

**Quadro 7.4:** Necessidades de rega por cultura em anos de secas severa (*SS*) e extrema (*SE*).

Cultura	<i>NIR</i> (mm)		Peso Área ocupada por cultura (ha)		<i>NIR</i> (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		Necessidades de água na área cultivada (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	
	<i>SS</i>	<i>SE</i>	%	ha.	<i>SS</i>	<i>SE</i>	<i>SS</i>	<i>SE</i>
Cenoura	383	420	4.9	0.0490	3830	4200	187.7	205.8
Cebola	824	883	15.6	0.1560	8240	8830	1285.4	1377.5
Tomate	564	630	17.5	0.1750	5640	6300	987.0	1102.5
Mandioca	840	907	9.7	0.0970	8400	9070	814.8	879.8
Batata-doce	380	442	17.9	0.1790	3800	4420	680.2	791.2
Milho	728	731	5.3	0.0530	7280	7310	385.8	387.4
Banana	1366	1500	3.4	0.0340	13660	15000	464.4	510.0
Pimento	509	560	14.7	0.1470	5090	5600	748.2	823.2
Cana-de-açúcar	1421	1638	6.0	0.0600	14210	16380	852.6	982.8
Outras culturas	400	450	5.0	0.0500	4000	4500	200.0	225.0
<b>Total</b>	<b>7794</b>	<b>8568</b>	<b>100</b>	<b>1.0000</b>	<b>74150</b>	<b>81610</b>	<b>6606.2</b>	<b>7285.2</b>

## 7.4. Análises de risco

### 7.4.1. Breve introdução

Segundo Almeida (2011), o risco pressupõe a hipótese de ocorrência, em época futura, de um acontecimento que provoca, num determinado sistema, consequências positivas ou negativas (perdas ou danos). No contexto do risco, cada acontecimento tem dois tipos de caracterização relativa à:

- A) capacidade para provocar danos no sistema, expressa em função da magnitude ou intensidade do evento;
- B) incerteza de realização do evento no horizonte temporal de análise, expressa pela probabilidade de ocorrência desse evento com uma determinada magnitude.

A expressão 7-2 traduz a ponderação do valor estimado das consequências provocadas por um acontecimento que possa ocorrer no futuro, considerando a respetiva probabilidade de ocorrência:

$$Risco = P_r \times C_s = P_r \times S_{ev} \times C_t \tag{7-2}$$

em que:  $P_r$  é a probabilidade de ocorrência;  $C_s$  é a consequência;  $S_{ev}$  é a severidade e  $C_t$  o custo.

Numa situação de escassez de água é corrente o agricultor optar por uma ou por ambas as seguintes formas de gestão: a primeira, opção 1, consiste em reduzir a área regada à medida que a disponibilidade de água for diminuindo, correndo o risco de quebra de rendimento mas com uma produtividade constante; a segunda, opção 2, consiste na preferência pela rega deficitária, correndo o risco de quebra de rendimento, mantendo a área regada. Importa, então, avaliar os riscos das anteriores opções e simular os seus valores numéricos possibilitando inferir sobre as quebras de rendimento causadas pela redução da área cultivada e/ou pela quebra de produção ( $Q_y$ ) inerente à rega deficitária. Os riscos são expressos em termos monetários (€ ha<sup>-1</sup>). Representam, portanto, rendimentos não ganhos devido à opção de gestão adotada.

## 7.4.2. Análise económica da exploração agrícola de Achada Baleia

### 7.4.2.1. Nota prévia

A análise económica da área agrícola explorada em Achada Baleia teve por objetivo avaliar o rendimento líquido que o agricultor auferia praticando o calendário de rega atual ou observado (estratégia A). Esta informação permite avaliar e comparar os riscos entre tal calendário e os calendários melhorados, obtendo assim indicações económicas úteis para a tomada de decisão e para a consequente escolha de gestão de rega mais acertada em tempo de seca.

### 7.4.2.2. Caracterização das unidades de área agrícola

A área agrícola de Achada Baleia localiza-se na zona mais a jusante da bacia de São Domingos cuja área regada potencial é superior a 80 ha (Quadro 7.5), sendo que 13.40 ha correspondem ao perímetro de Achada Baleia.

**Quadro 7.5:** Área regada - Bacia de São Domingos.

Zona	Área potencial (ha)	Área regável (ha)
Achada baleia	14.99	13.40
Chão de Coqueiro	10.35	9.35
Dobe	13.18	11.04
Milho Branco	7.00	7.00
Portal	10.85	8.23
Água de gato	11.53	10.03
Lago	12.13	10.65
Rui Vaz	0.44	0.38
Nora	0.10	0.10
Pau de Saco	0.10	0.08
Várzea da Igreja	14.00	10.50
<b>Total</b>	<b>94.67</b>	<b>80.76</b>

*Adaptado de RGA, 2004.*

Para a análise económica foram considerados os dados de inquéritos realizados aos cinquenta e cinco agricultores de onze unidades de exploração agrícola na bacia de São Domingos, no âmbito do projeto “Estudo do Desenvolvimento Integrado das Bacias Hidrográficas da Iha de Santiago”, financiado pelo JICA (Agência Japonesa de Cooperação Internacional), bem como as observações de campo e dados do RGA (Recenseamento Geral de Agricultura) de 2004. Da análise desses dados, verificou-se que algumas culturas, como por exemplo a cebola, o tomate, a batata-doce e o pimento, são mais praticadas do que outras. Devido à escassez de água, as culturas mais exigentes (banana e cana-de-açúcar) ocupam áreas muito reduzidas (Quadro 7.4). Outras culturas ocupam cerca

de 5% de área total. A sua procura no mercado é muito inferior à das culturas selecionadas devido à sua menor importância na dieta alimentar dos santiagoenses.

Na exploração agrícola de Achada Baleia cultiva-se em pequenas áreas, devido sobretudo a limitação da água para rega. O perímetro encontra-se subdividido em pequenas parcelas onde são praticadas culturas diversificadas e às vezes consociadas. O rendimento das culturas de sequeiro é baixo devido ao clima muito seco e ventoso, às precipitações irregulares e à gestão pouco rigorosa da água. A mão-de-obra utilizada na exploração é essencialmente familiar sendo o responsável da exploração quase sempre o chefe de família. Os equipamentos agrícolas são rudimentares, típicos de uma agricultura familiar e tradicional. Os agricultores raras vezes recorrem ao aluguer de máquinas agrícolas para a lavoura. Os melhores investimentos no perímetro são os reservatórios e os poços profundos, construídos pelo estado, e os sistemas de microrrega.

Os agricultores utilizam muitos fertilizantes à base de NPK e ureia e a fertilização orgânica. Devido às frequentes incidências de pragas e doenças são aplicados quase sempre produtos fitofármacos para garantir a produção.

A água para rega provém dos poços profundos (sobretudo FT40) e é gerida pelos SAAS (Serviços Autónomos de Água e Saneamento), da Câmara Municipal de São Domingos, a um preço de 0.16 cêntimos por metro cúbico. Apesar da maior parte da exploração estar equipada com sistemas de rega gota-a-gota, 60% das áreas são regadas por alagamento. O rendimento do agricultor depende essencialmente da produção de hortícolas (85%) e da atividade pecuária (15%).

### **7.4.2.3. Metodologia**

A análise económica efetuada incide sobre a produção no regadio. Para tal análise consideraram-se os seguintes dados de entrada: produção total ( $Y_a$ ) e respetivas quebras de produção ( $Q_y$ ) (Capítulo 5); água total usada ( $TWU$ ) e aplicada na rega ( $IWU_{farm}$ ) (Capítulo 6) e preços de venda da produção.

Para determinar os custos seguiu-se a metodologia proposta em Feiden (2001) e Avillez *et al.* (1991), e para analisar a rentabilidade da exploração foram estimados os seguintes indicadores económicos (Guimarães & Vieira, 1990): rendimento bruto ( $RB$ ), margem bruta ( $MB$ ), rendimento líquido ( $RL$ ) e rácio benefício custo ( $RBC$ ).

Assim, o custo total de produção ( $CT_p$ ) é definido como a soma dos valores de todos os fatores e serviços empregados na produção de um determinado bem. No cálculo de  $CT_p$  não foi considerado, nem o valor da terra, nem a depreciação dos equipamentos agrícolas, dado que as terras são arrendadas e os equipamentos são alugados quando necessários.

Os custos da produção subdividem-se em custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos ( $CF$ ) são todas as despesas que uma unidade de produção tem de suportar independentemente do nível de produção. Estes custos são utilizados por mais de um ciclo de produção e oneram o produtor mesmo que este interrompa o processo de produção. Foram considerados como custos fixos os juros dos créditos contraídos a médio ou a longo prazo, a renda do capital fundiário e os salários da mão-de-obra permanente. Os custos variáveis ( $CV$ ) são custos que variam com a intensidade da exploração. Constituem os recursos totalmente consumidos e/ou aplicados dentro de um único ciclo de produção, e cessam com a interrupção da produção. No caso de estudo, foram considerados como custos variáveis os decorrentes dos produtos hortícolas (plantas e sementes), da

mão-de-obra temporária, dos fertilizantes, dos fitofármacos, da água e das despesas de comercialização e aluguer de máquinas e equipamentos. Os custos totais são constituídos pela soma dos custos fixos e dos custos variáveis.

Segue-se a explicitação dos significados dos indicadores económicos aplicados para analisar a rentabilidade da exploração. O primeiro desses indicadores é o rendimento bruto,  $RB$  (€ ha<sup>-1</sup>), entendido como a soma dos valores reais ou atribuídos correspondentes ao conjunto dos produtos comercializados, prestados em natureza, autoconsumidos, ofertados e armazenados, valorizados a preço do produtor:

$$RB = Q_p \times P_{dt} \quad (7-3)$$

em que  $Q_p$  é a quantidade produzida (kg ha<sup>-1</sup>) e  $P_{dt}$  é o preço do produto (€).

A margem bruta,  $MB$  (€ ha<sup>-1</sup>), é a diferença entre o rendimento bruto e os encargos variáveis. Ou seja, é o rendimento bruto do agricultor após subtrair todos os custos variáveis:

$$MB = RB - CV \quad (7-4)$$

em que  $CV$  são os custos variáveis (€ ha<sup>-1</sup>).

O rendimento líquido,  $R_L$  (€ ha<sup>-1</sup>), é a diferença entre a margem bruta e o custo fixo ou ainda o quociente (adimensional) entre o custo total da produção,  $CT_P$ , e o rendimento bruto,  $RB$ . O seu valor mostra a eficiência económica da exploração:

$$R_L = MB - CF \text{ ou } R_L = \frac{CT_P}{RB} \quad (7-5)$$

Por fim, o rácio benefício custo,  $RBC$ , é um indicador de rentabilidade e indica quanto o agricultor recebe por cada unidade monetária investida numa dada produção, sendo definido pelo quociente entre o rendimento líquido,  $R_L$ , e o valor do investimento,  $UI$ :

$$RBC = \frac{R_L}{UI} \quad (7-6)$$

#### 7.4.2.4. Resultados

Os valores médios por hectare do custo total da produção ( $CT_P$ ), do rendimento bruto ( $RB$ ), da margem bruta ( $MB$ ), do rendimento líquido ( $R_L$ ) e do rácio benefício custo ( $RBC$ ), para a situação atual (estratégia A) apresentam-se no Quadro 7.6.

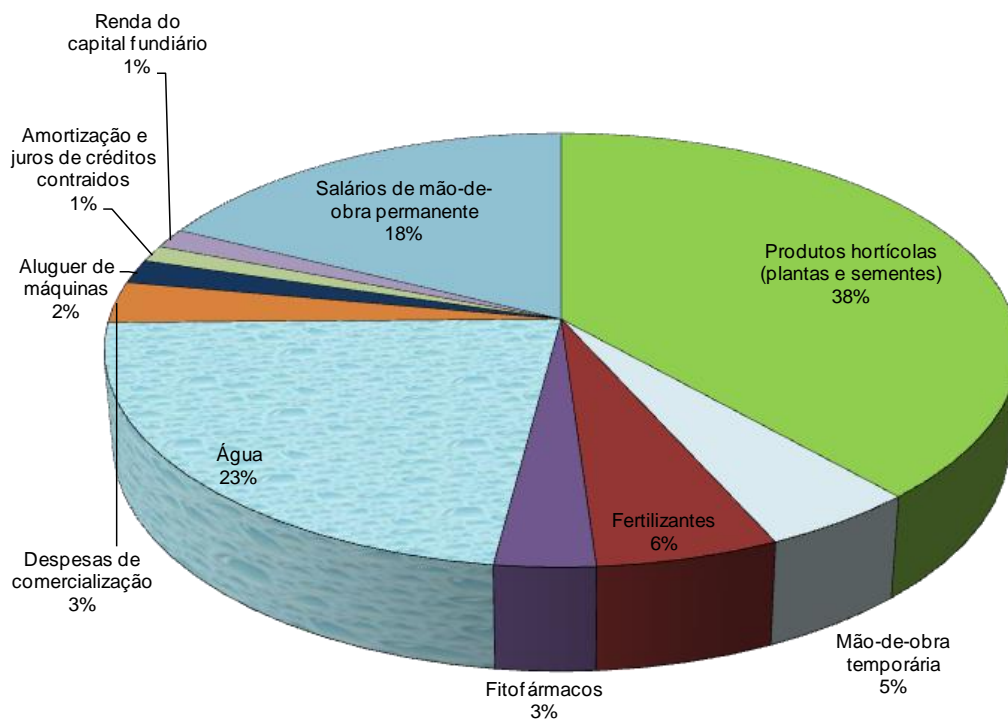
Valores de  $RBC$  superiores a 1 indicam que a exploração agrícola tem uma rentabilidade boa. Resultados semelhantes foram conseguidos por INIDA (2010), nas quatro principais explorações agrícolas da Ilha de Santiago - Boa Entrada, João Teves, Ribeira Seca e Achada Baleia - onde obteve respetivamente os seguintes valores de  $RBC$ : 2.99; 2.25; 3.39 e 2.34.

Mendes (2009), procedendo à análise comparativa da produção, do custo da produção e dos níveis de rentabilidade das culturas de tomate, repolho e cenoura relativamente às duas tecnologias de rega utilizadas, nas condições de cultivo do agricultor da Ilha de Santiago, obteve em termos médios os seguintes valores (€ ha<sup>-1</sup>) de custo de produção, de rendimento líquido e da margem bruta para três culturas distintas: tomate: 4262.5, 11336.3, 11789.8; repolho: 4443.8, 9069.1, 9976.0; e cenoura: 5260.1, 10610.8, 11064.3, resultados estes não muito diferentes dos obtidos neste estudo.

**Quadro 7.6:** Valores médios dos custos, receitas e rendimentos da exploração - estratégia de rega A.

Indicadores económicos	Fatores de produção	Escudos Cabo-verdiano	Euros
		\$ ha <sup>-1</sup>	€ ha <sup>-1</sup>
<i>Custo variável (EV)</i>	Produtos hortícolas (plantas e sementes)	260495.8	2362.5
	Mão-de-obra temporária	32859.0	298.0
	Fertilizantes	38559.7	349.7
	Fitofármacos	21170.9	192.0
	Água	154008.4	1396.7
	Despesas de comercialização	20800.0	188.6
	Aluguer de máquinas	12074.0	109.5
		<b>539967.7</b>	<b>4897.0</b>
<i>Custo fixo (CF)</i>	Amortização e juros de créditos contraídos	8333.3	75.6
	Renda do capital fundiário	10000.0	90.7
	Salários de mão-de-obra permanente	120000.0	1088.3
		<b>138333.3</b>	<b>1254.6</b>
<i>Custo total da produção (CT<sub>P</sub>)</i>		678301.0	6151.6
<i>Rendimento bruto (RB)</i>		2001115.8	18148.2
<i>Margem bruta (MB)</i>		1461148.1	13251.2
<i>Rendimento líquido (RL)</i>		<b>1322814.8</b>	<b>11996.7</b>
<i>Rácio benefício custo (RBC)</i>			<b>2.4</b>

Na Figura 7.4 apresenta-se a repartição, em termos percentuais e pelas diferentes componentes aí consideradas, do custo de produção da exploração,  $CT_P$ . Verifica-se, assim que os fertilizantes representam 6% do  $CT_P$ . Os produtos fitofármacos são muito importantes na exploração devido a constantes ataques de pragas e doenças representando cerca de 3% do  $CT_P$ . Os custos de água são 23% do  $CT_P$ , devido ao elevado preço (0.16 € m<sup>-3</sup>) e ao uso excessivo daquele recurso. As despesas de comercialização e aluguer de máquinas correspondem, respetivamente, a 3 e 2 % do  $CT_P$ . As amortizações e os juros de créditos contraídos, assim como a renda do capital fundiário, representam apenas 1%.



**Figura 7.4:** Repartição, em termos percentuais, do custo de produção da exploração – Achada Baleia.

As amortizações são relativas às compras dos materiais e equipamentos de gota-a-gota. As rendas de terras são muito baixas, não são atualizadas há mais de 20 anos e, quando possível, são pagas em géneros. Apesar de a mão-de-obra ser familiar, frequentemente contratam-se trabalhadores particulares cujo preço ronda 80 a 120 euros por mês. Os salários da mão-de-obra dependente e temporária correspondem a 18% e 5% de  $CT_P$ , respetivamente. Os produtos hortícolas (mormente as sementes) representam cerca de 38% do  $CT_P$ . Em termos médios, o agricultor tem um rendimento líquido de cerca de doze mil euros por hectare.

### 7.4.3. Avaliação do risco devido a redução da área cultivada - opção 1

#### 7.4.3.1. Nota prévia

Na análise que se segue admite-se que o agricultor vive uma situação de seca e que opta por reduzir a área regada à medida que escasseia a água, correndo o risco de quebra de rendimento, mas mantendo a produtividade por ha.

A análise atende: i) às necessidades de rega em situação de seca severa (Quadro 7.4); ii) à área do perímetro (Quadro 7.5); iii) ao rendimento líquido da exploração (Quadro 7.6); iv) à garantia de disponibilidades hídricas (Quadro 7.7); e v) às disponibilidades hídricas e às potenciais áreas regadas (Quadro 7.8), para o que previamente se explicita o conceito de garantia de disponibilidades hídricas.

#### 7.4.3.2. Garantia de disponibilidades hídricas para rega

A razão entre a necessidade ( $NIR$ ) e a disponibilidade ( $Q_r$ ) é a garantia de água para rega,  $f$ , expressa pela seguinte equação:

$$f = \frac{NIR}{Q_r} \quad (7-7)$$

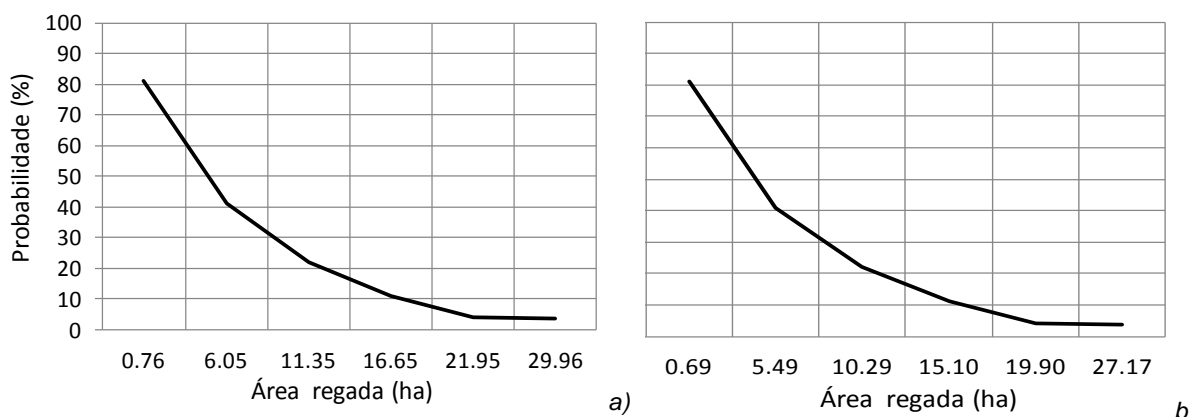
Quanto menor for o valor de  $f$  maior é a disponibilidade de água para regar a totalidade da área disponível. Portanto, os valores de  $f$  dão indicação quanto à existência de mais ou menos água para a satisfação das necessidades de rega.

Com base nas necessidades hídricas por hectare e nas disponibilidades máximas de recarga, foi possível estimar as potenciais áreas a serem beneficiadas com a rega. Grandes disponibilidades de água ( $197940 \text{ m}^3$ ) permitem regar áreas muito grandes (29.96 ha) mas a sua garantia,  $f$ , é muito baixa (0.034). Pelos resultados apresentados no Quadro 7.7 e na Figura 7.5, nota-se que, à medida que diminui a disponibilidade hídrica, aumenta a garantia de regar áreas menores dado que é maior a probabilidade de ocorrência de pequenos valores de  $Q_r$ . Observa-se que os valores da recarga,  $Q_r$ , adoptados no Quadro 7.7 correspondem aos limites das sucessivas classes de recarga consideradas no Quadro 7.3 complementados pela maior recarga alcançada, em conformidade com o Quadro 7.1. As probabilidades,  $P_r$ , são também as indicadas no Quadro 7.7, com excepção da probabilidade atribuída à máxima recarga, que foi calculada na base de uma ocorrência num período de 27 anos. Considerou-se que qualquer um dos valores da recarga poderia ser combinado com a ocorrência de uma seca, quer severa, quer extrema.

**Quadro 7.7:** Garantia de abastecimento de água para rega em anos de secas severa (SS) e extrema (SE).

Necessidades de água no perímetro (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )		Q <sub>r</sub> =197.94 mm Q <sub>r</sub> =197940 m <sup>3</sup> P <sub>r</sub> =3.7%	Q <sub>r</sub> =145 mm Q <sub>r</sub> =145000 m <sup>3</sup> P <sub>r</sub> =4%	Q <sub>r</sub> =110 mm Q <sub>r</sub> =110000 m <sup>3</sup> P <sub>r</sub> =11%	Q <sub>r</sub> =75 mm Q <sub>r</sub> =75000 m <sup>3</sup> P <sub>r</sub> =22%	Q <sub>r</sub> =40 mm Q <sub>r</sub> =40000 m <sup>3</sup> P <sub>r</sub> =41%	Q <sub>r</sub> =5 mm Q <sub>r</sub> =5000 m <sup>3</sup> P <sub>r</sub> =81%						
SS	SE	f		f		f		f		f		f	
		SS	SE	SS	SE	SS	SE	SS	SE	SS	SE	SS	SE
6606.2	7285.2	0.034	0.037	0.046	0.050	0.060	0.066	0.087	0.096	0.162	0.178	1.283	1.414
Área possível de regar (ha)		29.96	27.17	21.95	19.90	16.65	15.10	11.35	10.29	6.05	5.49	0.76	0.69

Se ocorrer um ano de seca (severa ou extrema) e as reservas subterrâneas (Q<sub>r</sub>) forem muito grandes (197940 m<sup>3</sup>) é possível regar uma área muito grande. No entanto, a probabilidade de se dispor de um valor muito elevado de Q<sub>r</sub> é muito baixa (3.7%). Por outro lado, se o ano de seca (SS ou SE) ocorrer quando o valor de Q<sub>r</sub> é muito reduzido (40000 e 5000), a área que é possível regar é muito pequena, variando entre 6.05 e 0.76 ha, respetivamente. A probabilidade de ocorrerem baixos valores de Q<sub>r</sub> é bastante grande, variando entre 41 a 81%.



**Figura 7.5 -** Garantia de abastecimento de água na área regada, em anos de procura climática forte (SS) a) e muito forte (SE) b).

Em virtude de as necessidades se manterem constantes e de as disponibilidades serem variáveis, quanto maior a probabilidade de ocorrer um dado volume de água (ex. 5000 m<sup>3</sup>) menor é a área beneficiada e, conseqüentemente, mais afastada está a possibilidade de se regar a área máxima (29.96 ha). Portanto, menores disponibilidades têm frequências muito altas mas não satisfazem as necessidades máximas.

### 7.4.3.3. Cenários de disponibilidade de água e de potenciais áreas beneficiadas

Para uma melhor compreensão das garantias de disponibilidades hídricas, consideraram-se cinco cenários (D1 a D5) de disponibilidades de água, as respetivas probabilidades de ocorrência e as potenciais áreas regadas, conforme se sistematiza no Quadro 7.8.

Para definir tais cenários foram considerados o valor máximo das disponibilidades, Q<sub>r</sub>, e os limites superiores de cada intervalo de Q<sub>r</sub> (Quadros 7.3 e 7.7), as respetivas probabilidades de ocorrência e área passíveis de serem regadas.

Para além dos anteriores valores de Q<sub>r</sub> foram considerados valores intermédios obtidos por mera interpolação entre os extremos do intervalo em que se situam (e.g., no intervalo

[145000; 110000], cenário *D2*, figuram os valores 138000, 131000, 124000 e 117000 m<sup>3</sup> com as probabilidades de ocorrência de 5.40, 6.80, 8.20 e 9.60%, respetivamente).

**Quadro 7.8:** Resultados qualitativos e quantitativos das disponibilidades hídricas, das probabilidades de ocorrência e das áreas regadas em cinco cenários de disponibilidades de água.

Cenários	Probabilidade ( <i>P<sub>r</sub></i> )	Disponibilidade (m <sup>3</sup> )	Área (ha)
D1	<b>3.70</b> <i>Muito baixa</i>	<b>197940</b> <i>Muito grande</i>	<b>29.960</b> <i>Muito grande</i>
	3.80	187352	28.358
	3.80	176764	26.756
	3.90	166176	25.154
	3.90	155588	23.552
D2	<b>4.00</b> <i>Baixa</i>	<b>145000</b> <i>Grande</i>	<b>21.950</b> <i>Grande</i>
	5.40	138000	20.890
	6.80	131000	19.830
	8.20	124000	18.770
	9.60	117000	17.710
D3	<b>11.00</b> <i>Média</i>	<b>110000</b> <i>Média</i>	<b>16.650</b> <i>Média</i>
	13.20	103000	15.590
	15.40	96000	14.530
	17.60	89000	13.470
	19.80	82000	12.410
D4	<b>22.00</b> <i>Alta</i>	<b>75000</b> <i>Pouca</i>	<b>11.350</b> <i>Pequena</i>
	25.80	68000	10.290
	29.60	61000	9.230
	33.40	54000	8.170
	37.20	47000	7.110
D5	<b>41.00</b> <i>Muito alta</i>	<b>40000</b> <i>Muito pouca</i>	<b>6.050</b> <i>Muito pequena</i>
	49.00	33000	4.992
	57.00	26000	3.934
	65.00	19000	2.876
	73.00	12000	1.818
	<b>81.00</b>	<b>5000</b>	<b>0.760</b>

Os cenários *D1* e *D2* referem-se a situações de fortes disponibilidades hídricas, suficientes para satisfazer as necessidades de rega em maiores áreas - por exemplo, no caso do cenário *D1*, áreas entre 29.96 e 27.17 ha em anos *SS* e *SE* respetivamente, mas com probabilidade de ocorrência muito baixa. Os cenários *D3* e *D4* correspondem à situação de disponibilidades hídricas médias a baixas. Exemplificando para o cenário *D3*, em situação de *SS* é possível regar cerca de 16.65 ha com uma probabilidade de 11%. O cenário *D5* diz respeito a disponibilidades muito reduzidas (40000 a 5000 m<sup>3</sup>) mas com probabilidades elevadas, compreendidas entre 41% e 81%, respetivamente. Nestas circunstâncias, podem regar-se áreas de 6.05 e de 0.76 ha, respetivamente em anos de *SS* e *SE*.

Dos cinco cenários analisados, conclui-se que os cenários *D1* e *D2* não garantem muita segurança, dado que lhes correspondem disponibilidades hídricas com probabilidades de ocorrência muito baixas: certamente que o agricultor não estaria disposto a correr tão grande risco. Ao contrário, os cenários *D4* e *D5*, apesar de as disponibilidades de água serem mais frequentes, não satisfazem as necessidades do perímetro. Por isso, e procurando um cenário mais realista e aplicável à situação local, optou-se por considerar o cenário *D3*, isto é, o cenário de disponibilidades médias. Pretendendo regar-se uma área o mais próxima possível da do caso de estudo, foi escolhida a área de 13.47 ha, para uma disponibilidade hídrica de cerca de 89000 m<sup>3</sup> e uma probabilidade de ocorrência de 17.6% (Quadro 7.8 e Figura 7.6). Com esta opção, a garantia de regar a totalidade do perímetro é de sensivelmente 1 ano em cada 6 anos. Importa, então, avaliar os riscos ou quebras de rendimento que o agricultor terá nos anos de secas severa e extrema em que *Q<sub>r</sub>* é insuficiente para regar a totalidade da área (opção 1).

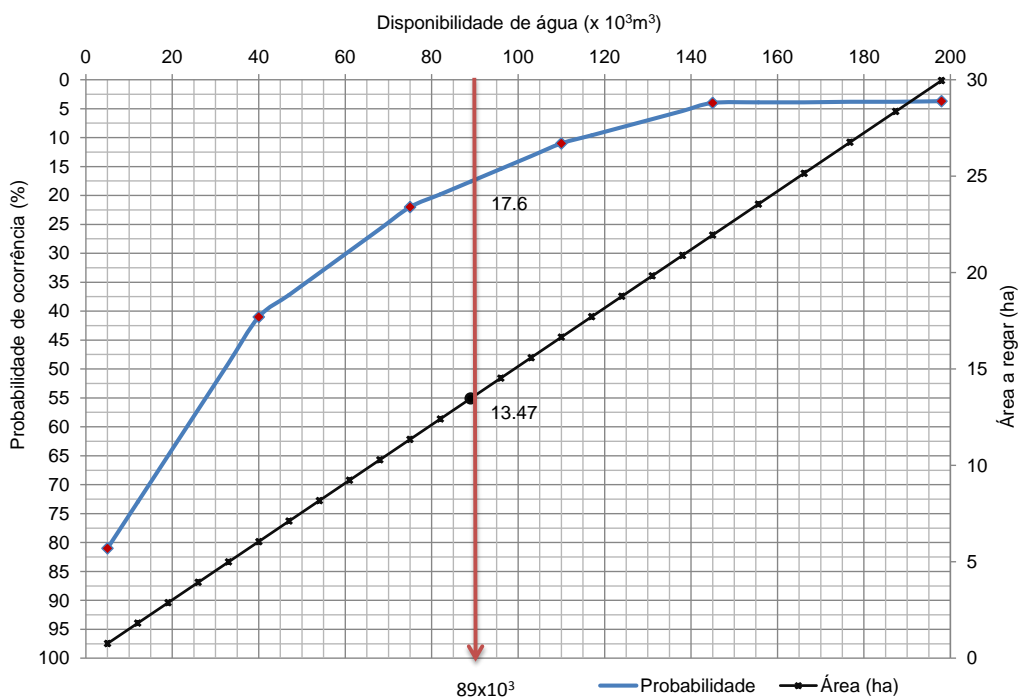


Figura 7.6: Disponibilidade hídrica, probabilidade de ocorrência e área regada potencial.

#### 7.4.3.4. Estimativa do risco da estratégia de rega com redução da área – cenário D3, opção 1

Para o cálculo do risco considerou-se o valor do rendimento líquido médio de 11996.7 € ha<sup>-1</sup> (Quadro 7.6), as probabilidades de ocorrência das disponibilidades hídricas, apenas como das reservas subterrâneas, a severidade e a área do perímetro.

No Quadro 7.9, relativo ao cenário D3, verifica-se que, quando as disponibilidades são inferiores ao 89000 m<sup>3</sup>, a área regada reduz-se, (cenários D2 e D1) e conseqüentemente, aumenta o risco em termos de quebra de rendimento.

A redução da área regada é função da severidade da seca. Segundo Almeida (2011), a severidade é a característica inerente a um acontecimento ou processo perigoso associada à respetiva capacidade para provocar perdas ou danos em função da respetiva magnitude, expressa por um ou mais parâmetros.

O valor expectável do risco (Eq. 7-2) aumenta com a severidade da seca. As categorias de risco apresentadas na última coluna do Quadro 7.9, têm os seguintes significados:

- i) *IS*, risco aceitável com grau insignificante - corresponde à disponibilidade hídrica máxima e a quebras do rendimento líquido mínimas;
- ii) *PS*, risco aceitável, com grau pouco significativo - não implica a redução significativa do rendimento líquido devido à redução da área cultivada, mas merece alguma atenção e controle;
- iii) *Md*, risco aceitável, grau moderado - embora não implique condições de grandes quebras do rendimento líquido, merece uma análise mais detalhada, a fim de identificar possíveis medidas atenuantes de tais perdas;
- iv) *MS*, risco tolerável, grau muito significativo - não deve ser negligenciado, implicando a introdução de melhorias no projeto, na gestão de exploração agrícola, incluindo a alteração do sistema de rega existente, e a adoção de medidas mitigadoras e/ou preventivas, a fim de rentabilizar a exploração;
- v) *CR*, risco intolerável, grau crítico - deve obrigatoriamente passar por uma investigação criteriosa, requerendo a introdução de

alternativas de gestão do projeto de rega e a análise de custo e dos impactos de medidas mitigadoras.

Nos períodos de disponibilidades hídricas muito baixas a quebra de rendimento pode atingir 123507.2 €, ou seja, as perdas são muito elevadas o que torna o risco intolerável (CR).

Se o agricultor pretender reduzir a área cultivada em 24% (3.18 ha), terá uma quebra de rendimento de 9842.6 €. Se reduzir cerca de metade, concretamente 55% (7.42 ha), tal quebra será de 36496.4 €. O valor expectável do risco pode aumentar para cerca de 65208.3 €, se reduzir a área em 71%.

**Quadro 7.9:** Análise de risco associado ao prejuízo de quebra de rendimento devido à redução de área cultivada – opção 1.

	Disponibilidade (Reserva Subterrânea) (m <sup>3</sup> )	Probabilidade de ocorrência (%)	Área regada (ha)	Severidade da seca (área não regada)		Risco, (quebras de rendimento) (€)	Categorias de risco
				(ha)	(%)		
Média	89000	17.60	<b>13.47</b>	0	0	0	IS
	82000	19.80	12.41	1.06	8	2517.9	PS
Pouca	75000	22.00	11.35	2.12	16	5595.3	PS
	68000	25.80	10.29	3.18	24	9842.6	Md
	61000	29.60	9.23	4.24	31	15056.3	Md
	54000	33.40	8.17	5.3	39	21236.6	MS
	47000	37.20	7.11	6.36	47	28383.2	MS
	40000	41.00	6.05	7.42	55	36496.4	MS
Muito pouca	33000	49.00	4.992	8.478	63	49836.9	MS
	26000	57.00	3.934	9.536	71	65208.3	CR
	19000	65.00	2.876	10.594	79	82610.5	CR
	12000	73.00	1.818	11.652	87	102043.5	CR
	5000	81.00	0.76	12.71	94	123507.2	CR

#### 7.4.4. Avaliação do risco devido a rega deficitária - opção 2

##### 7.4.4.1. Cenários de disponibilidade de água e estratégias de rega deficitária

Nesta análise, o agricultor está igualmente numa situação de seca, mas, contrariamente à opção 1, opta por praticar a rega deficitária, correndo o risco de quebra de rendimento, mas com manutenção da área regada. Pretende-se quantificar o risco associado a essa opção de gestão.

Nos Quadros 7.10 e 7.11 apresentam-se os quatro cenários de rega deficitária, o total de água usada ( $TWU$ ) para obter produção ( $Y_a$ ), a água aplicada na rega ( $IWU_{farm}$ ) e as respetivas quebras de produção ( $Q_y$ ). As representações gráficas dos cenários (I a V) encontram-se na Figura 7.6. Os valores de  $IWU$  e  $TWU$  são considerados para condições otimizadas, com melhoramento o sistema de microrrega instalado ( $UD_{opt}$ ).

Os cenários considerados tiveram em conta as estratégias de rega observadas (A) e as simuladas para condições de maiores restrições de água (D), onde o risco é mais significativo. Os cenários são os seguintes:

- Cenário I - estratégia A, calendário observado atual;
- Cenário II, estratégia D, calendário melhorado atual;
- Cenário III, estratégia D, calendário simulado para seca severa;
- Cenário IV, estratégia D, calendário simulado para seca extrema.

Segue-se a caracterização dos anteriores cenários em função dos resultados decorrentes das estratégias de rega simuladas no Capítulo 5 e da produtividade da água estimada no Capítulo 6 para as diferentes culturas selecionadas.

**Cenário I** - Neste cenário a água aplicada na rega corresponde ao calendário atual praticado. Verificam-se quebras de produção entre 1 a 13.6%. As culturas mais produtivas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) são a banana, a mandioca, a cebola e a cana-de-açúcar. As maiores quebras de produção ocorrem nas culturas de cenoura, cebola, tomate, pimento e cana-de-açúcar.

**Cenário II** - Neste cenário, as disponibilidades de água são inferiores às do cenário anterior. A rega faz-se impondo um ligeiro stress, mas visando quebras de produção menores do que 20%. As culturas com maiores quebras de produção são a cenoura, a cebola, o tomate, a banana, o pimento e a cana-de-açúcar.

**Quadro 7.10:** Rega deficitária. Cenários I e II.

Cultura	Cenário I				Cenário II			
	TWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	IWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	Y <sub>a</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Q <sub>y</sub> (%)	TWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	IWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	Y <sub>a</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Q <sub>y</sub> (%)
Cenoura	4972.7	4867.7	7123.1	12.4	3843.6	3572.6	6696.0	18.4
Cebola	9436.9	9273.9	22158.0	13.6	7998.7	7579.7	20812.7	19.4
Tomate	6667.6	6631.6	6196.4	13.4	5679.9	5358.9	6143.3	14.1
Mandioca	11773.0	8600.0	26531.3	0.0	10096.1	6111.1	25913.3	2.0
Batata-doce	5986.3	4533.3	10801.1	3.0	4678.3	2333.3	10037.7	8.6
Milho	8858.5	8858.5	11176.9	1.2	5607.8	5341.8	10568.6	6.3
Banana	17095.3	16533.3	27806.4	1.6	12989.1	11111.1	23632.7	13.9
Pimento	6058.9	5888.9	6282.7	5.6	4965.7	4666.7	6165.6	10.9
Cana-de-açúcar	16035.8	13377.8	16298.6	7.6	14009.0	10000.0	16250.7	11.8

**Cenário III** - As culturas estão sujeitas a um stress grande, denotando seca severa. As quebras de produção são muito significativas (cerca de 25%) sobretudo para a cenoura, a cebola, o tomate e a banana.

**Cenário IV** - A seca é muito grande e as culturas estão sujeitas a um stress muito forte. Verifica-se que as quebras de produção de algumas culturas são de cerca de 25%. A batata-doce e a mandioca são as únicas culturas com menores quebras de produção por serem mais resistentes à seca, além de beneficiarem da chuva como rega de complemento, como referido no Capítulo 6.

**Quadro 7.11:** Rega deficitária. Cenários III e IV.

Cultura	Cenário III				Cenário IV			
	TWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	IWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	Y <sub>a</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Q <sub>y</sub> (%)	TWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	IWU <sub>opt</sub> (m <sup>3</sup> )	Y <sub>a</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Q <sub>y</sub> (%)
Cenoura	3771.0	3394.0	6508.9	18.4	2877.5	2545.5	6067.0	26.9
Cebola	8378.1	7914.1	20802.0	19.2	7031.5	6576.5	20504.8	20.7
Tomate	5487.0	5024.0	5457.3	24.7	5099.0	4689.0	5443.7	25.0
Mandioca	10243.7	7666.7	23366.8	10.6	9192.4	7444.4	19879.7	22.1
Batata-doce	4646.7	3666.7	9114.1	10.4	4794.8	3777.8	8827.6	20.2
Milho	5582.0	5008.0	9602.0	16.8	5279.1	4674.1	9036.0	23.2
Banana	12929.1	11111.1	21231.9	23.3	11890.6	10555.6	19130.6	24.8
Pimento	5271.9	4888.9	5832.4	12.6	4781.2	4222.2	5821.9	19.0
Cana-de-açúcar	12313.4	9444.4	16225.1	16.8	12377.9	8888.9	15643.0	20.1

Na Figura 7.7. apresenta-se a relação entre as disponibilidades hídricas, TWU, e a produção, considerando os cenários I a IV. Em situações de disponibilidades de água limitadas pode também optar-se pela rega deficitária, selecionando culturas mais rentáveis do ponto de vista económico, em vez de insistir em várias culturas, sendo algumas pouco rentáveis. Por exemplo, com uma disponibilidade hídrica entre 5500 e 7500 m<sup>3</sup>, em vez de se produzirem 6196.4 kg ha<sup>-1</sup> de tomate no cenário I ou 10568.6 kg ha<sup>-1</sup> de milho no cenário II, é preferível produzir 20504.8 kg ha<sup>-1</sup> de cebola no cenário IV por ser mais rentável.

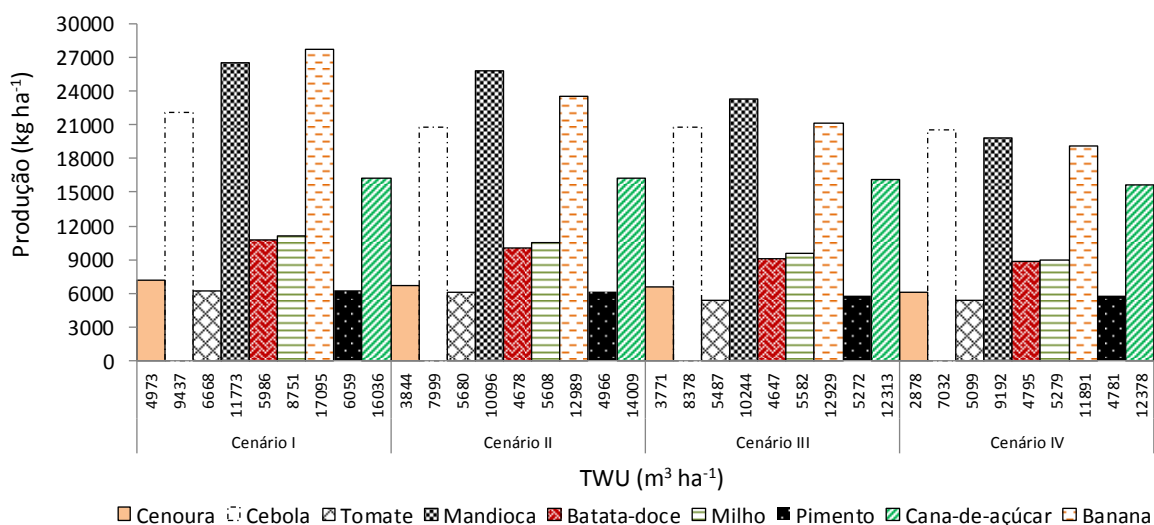


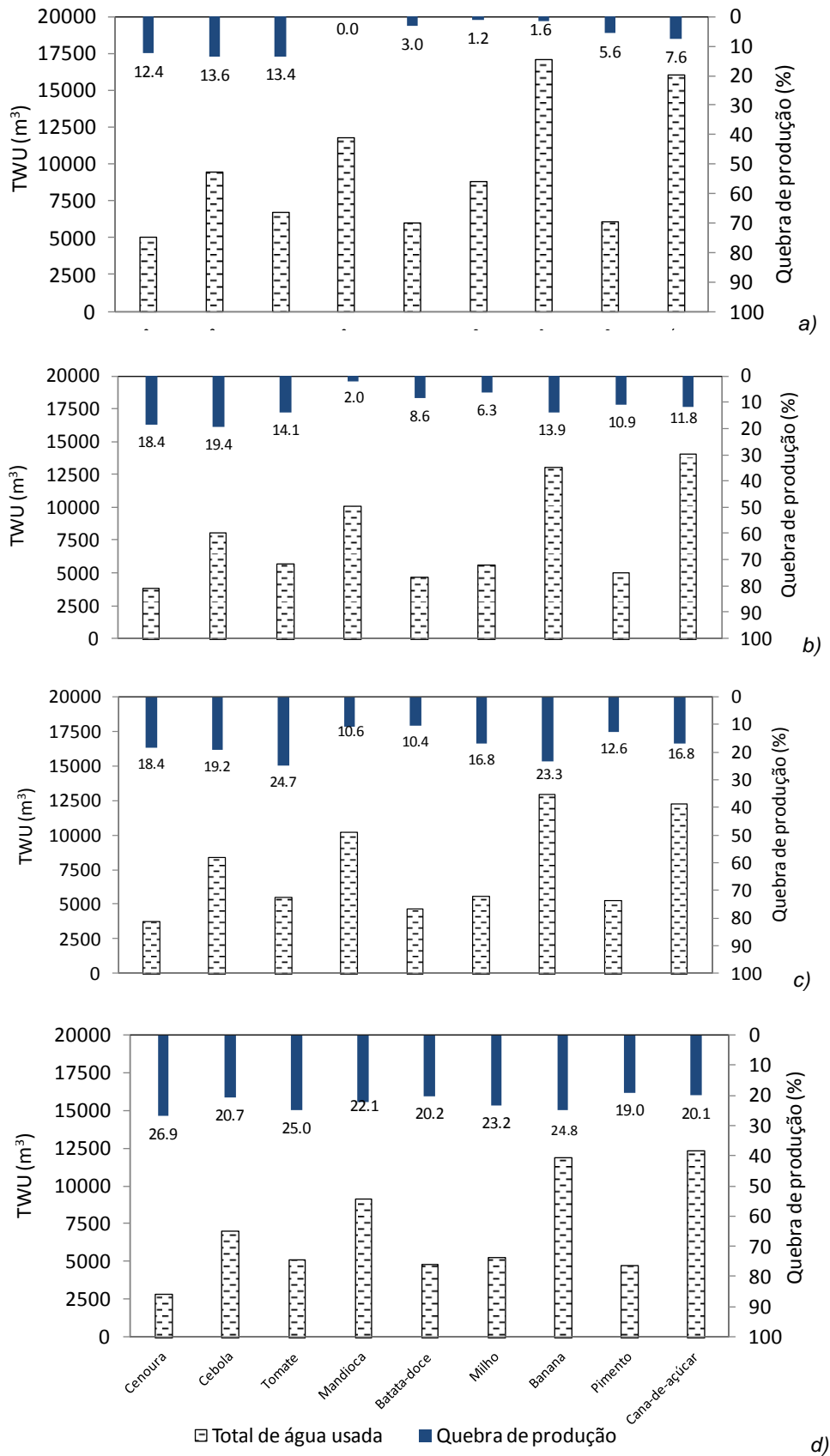
Figura 7.7: Relação entre as disponibilidades hídricas e a produção - Cenários II a IV.

Os resultados da Figura 7.7 dão indicações acerca da rentabilidade das culturas nos diferentes cenários de seca. Tais cenários dão suporte à tomada de decisão quando se pretende planejar e gerir a rega em anos de seca. Na Figura 7.8 apresentam-se as severidades da rega deficitária e o seu impacto em termos de quebra de produção, representadas nos cenários I a IV.

#### 7.4.4.2. Estimativa de risco associado a estratégia de rega deficitária

Para simplificar a análise dos quatro cenários anteriormente referidos, considerou-se que o custo total da produção,  $CT_p$ , (Quadro 7.6) se manteria constante (uma vez que a área regada é constante) com exceção do custo de água, devido à diminuição da utilização do recurso à medida que aumentam as restrições. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 7.12. Verifica-se, assim, que progredindo do cenário I para o IV, os custos de produção diminuem essencialmente devido à redução da água aplicada na rega (rega deficitária). Na penúltima coluna, a quebra de rendimento é estimada em relação a uma área unitária, considerando a porção da área que cada cultura ocupa. Na última coluna, os resultados referem-se à área do perímetro (13.47 ha).

No primeiro cenário (calendário de rega observado) o custo de  $IWU_{opt}$  é de 23 % do  $CT_p$ . Do cenário II para III reduz-se para 18%, e passa para 17 % no cenário IV. No cenário I os custos de investimentos são agravados sobretudo pelo excessivo uso de água, que nem por isso proporcionou mais receita ou rendimento bruto.



**Figura 7.8:** Severidades da rega deficitária e o seu impacto em termos de quebra de produção. De cima para baixo, cenários: a) I, b) II, c) III e d) IV.

O RBC é superior no cenário II, apesar da restrição de água imposta. Nos cenários III e IV o RBC reduz-se devido à forte escassez de água, que conduz a quebras de produção superiores às observadas nos cenários anteriores. Em termos médios, os valores de RBC são bons.

**Quadro 7.12: Análise de risco associado ao prejuízo de quebra de rendimento devido a rega deficitária - opção 2.**

Cenário I	Ya (kg ha <sup>-1</sup> )	Preço (€ kg <sup>-1</sup> )	Rendimento bruto (€ ha <sup>-1</sup> )	Custo variável (€ ha <sup>-1</sup> )			Margem bruta (€ ha <sup>-1</sup> )	Rendimento líquido (€ ha <sup>-1</sup> )	RBC	Qy (%)	Quebra de rendimento (€)	
				Custo I	Custo II Água da rega	Custo total investido					por hectare	por área cultivada
Cenoura	7123.1	1.1	7752.0	1807.2	778.8	2586.0	5165.9	3911.4	1.5	12.4	485.0	23.8
Cebola	22158.0	0.9	20095.2	4778.6	1483.8	6262.4	13832.8	12578.2	2.0	13.6	1710.6	266.9
Tomate	6196.4	0.7	4495.6	1120.0	1061.1	2181.1	2314.6	1060.0	0.5	13.4	142.0	24.9
Mandioca	26531.3	2.3	60153.5	7252.3	1376.0	8628.3	51525.2	50270.6	5.8	0.0	0.0	0.0
Batata-doce	10801.1	0.7	7836.5	1571.7	725.3	2297.0	5539.4	4284.9	1.9	3.0	128.5	23.0
Milho	11176.9	0.7	8109.1	1156.6	1417.4	2574.0	5535.2	4280.6	1.7	1.2	51.4	2.7
Banana	27406.4	1.2	32311.5	7895.0	2645.3	10540.3	21771.2	20516.7	1.9	1.6	318.0	10.8
Pimentão	6282.7	0.8	4843.1	1045.6	942.2	1987.8	2855.3	1600.8	0.8	5.6	89.6	13.2
Cana-de-açúcar	16298.6	1.1	17737.6	4875.6	2140.4	7016.0	10721.5	9467.0	1.3	7.6	719.5	43.2
<b>Média+</b>			<b>18148.2</b>	<b>3500.3</b>	<b>1396.7</b>	<b>4897.0</b>	<b>13251.2</b>	<b>11996.7</b>	<b>1.9</b>		<b>405.0</b>	
<b>Total* por ha</b>												<b>428.8</b>
<b>Total no perímetro</b>												<b>5775.9</b>
<b>Cenário II</b>												
Cenoura	6696.0	1.1	7287.2	1807.2	571.6	2378.8	4908.4	3653.8	1.5	18.4	672.3	32.9
Cebola	20812.7	0.9	18875.2	4778.6	1212.8	5991.4	12883.8	11629.3	1.9	19.4	2256.1	351.9
Tomate	6143.3	0.7	4457.1	1120.0	857.4	1977.4	2479.7	1225.1	0.6	14.1	172.7	30.2
Mandioca	25913.3	2.3	58752.3	7252.3	977.8	8230.1	50522.2	49267.7	6.0	2.0	985.4	95.6
Batata-doce	10037.7	0.7	7282.6	1571.7	373.3	1945.0	5337.6	4083.0	2.1	8.6	351.1	62.9
Milho	10568.6	0.7	7667.8	1156.6	854.7	2011.3	5656.5	4401.9	2.2	6.3	277.3	14.7
Banana	23632.7	1.2	27862.4	7895.0	1777.8	9672.8	18189.7	16935.1	1.8	13.9	2354.0	80.0
Pimentão	6165.6	0.8	4752.9	1045.6	746.7	1792.3	2960.6	1706.1	1.0	10.9	186.0	27.3
Cana-de-açúcar	16250.7	1.1	17685.5	4875.6	1600.0	6475.6	11209.9	9955.3	1.5	11.8	1174.7	70.5
<b>Média+</b>			<b>17180.3</b>	<b>3500.3</b>	<b>996.9</b>	<b>4497.2</b>	<b>12683.1</b>	<b>11428.6</b>	<b>2.1</b>		<b>936.6</b>	
<b>Total* por ha</b>												<b>804.4</b>
<b>Total no perímetro</b>												<b>10835.4</b>
<b>Cenário III</b>												
Cenoura	6508.9	1.1	7083.6	1807.2	543.0	2350.2	4733.3	3478.8	1.5	18.4	640.1	31.4
Cebola	20802.0	0.9	18865.5	4778.6	1266.3	6044.9	12820.6	11566.1	1.9	19.2	2220.7	346.4
Tomate	5457.3	0.7	3959.4	1120.0	803.8	1923.8	2035.6	781.0	0.4	24.7	192.9	33.8
Mandioca	23366.8	2.3	52978.7	7252.3	1226.7	8479.0	44499.8	43245.2	5.1	10.6	4584.0	444.6
Batata-doce	9114.1	0.7	6612.5	1571.7	586.7	2158.4	4454.1	3199.6	1.5	10.4	332.8	59.6
Milho	9602.0	0.7	6966.5	1156.6	801.3	1957.9	5008.6	3754.1	1.9	16.8	630.7	33.4
Banana	21231.9	1.2	25031.9	7895.0	1777.8	9672.8	15359.2	14104.6	1.5	23.3	3286.4	111.7
Pimentão	5832.4	0.8	4496.0	1045.6	782.2	1827.8	2668.2	1413.6	0.8	12.6	178.1	26.2
Cana-de-açúcar	16225.1	1.1	17657.6	4875.6	1511.1	6386.7	11270.9	10016.3	1.6	16.8	1682.7	101.0
<b>Média+</b>			<b>15961.3</b>	<b>3500.3</b>	<b>1033.2</b>	<b>4533.5</b>	<b>11427.8</b>	<b>10173.3</b>	<b>1.8</b>		<b>1527.6</b>	
<b>Total* por ha</b>												<b>1247.5</b>
<b>Total no perímetro</b>												<b>16803.5</b>
<b>Cenário IV</b>												
Cenoura	6067.0	1.1	6602.6	1807.2	407.3	2214.5	4388.2	3133.6	1.4	26.9	842.9	41.3
Cebola	20504.8	0.9	18595.9	4778.6	1052.2	5830.8	12765.1	11510.5	1.9	20.7	2382.7	371.7
Tomate	5443.7	0.7	3949.5	1120.0	750.2	1870.2	2079.3	824.7	0.4	25.0	206.2	36.1
Mandioca	19879.7	2.3	45072.6	7252.3	1191.1	8443.4	36629.1	35374.6	4.2	22.1	7817.8	758.3
Batata-doce	8827.6	0.7	6404.6	1571.7	604.4	2176.1	4228.5	2973.9	1.4	20.2	600.7	107.5
Milho	9036.0	0.7	6555.9	1156.6	747.9	1904.5	4651.4	3396.9	1.8	23.2	788.1	41.8
Banana	19130.6	1.2	22554.6	7895.0	1688.9	9583.9	12970.7	11716.1	1.2	24.8	2905.6	98.8
Pimentão	5821.9	0.8	4487.9	1045.6	675.6	1721.2	2766.8	1512.2	0.8	19.0	287.3	42.2
Cana-de-açúcar	15643.0	1.1	17024.1	4875.6	1422.2	6297.8	10726.3	9471.7	1.5	20.1	1903.8	114.2
<b>Média+</b>			<b>14583.1</b>	<b>3500.3</b>	<b>948.9</b>	<b>4449.2</b>	<b>10133.9</b>	<b>8879.4</b>	<b>1.6</b>		<b>1970.6</b>	
<b>Total* por ha</b>												<b>1692.6</b>
<b>Total no perímetro</b>												<b>22798.8</b>

Total \* - Quebras de rendimento estimadas em função do peso da área que cada cultura ocupa; Média+ - Valor médio estimado por hectare, admitindo que cada cultura ocupa uma área de 1 ha; Custo I - Custo de produção apresentado no Quadro 7.6, excluindo os custos de água. Custo II - Custos da compra de água para rega

Considerando as culturas isoladamente, verifica-se que o tomate e o pimento não são rentáveis no cenário I. O agricultor praticando-as, tem mais despesas do que rendimento. A baixa rentabilidade de ambas as culturas está ligada à sua sensibilidade ao stress, aos ataques de pragas e a doenças e ao reduzido tempo de conservação pós-colheita.

No Capítulo 6, aquando da estimativa da razão da produtividade económica água (EWPR), considerou-se o custo da água como cobertura total dos custos de produção. Assim, a

análise dos resultados obtidos indicou que as culturas são rentáveis, já que se obtiveram valores de *EWPR* superiores a 2 e a 4, nas situações observada e otimizada, respetivamente. A cultura de mandioca foi a mais rentável (*EWPR* superior a 36) e a do tomate a menos rentável (*EWPR* de 2.86). Os resultados da análise económica, considerando o custo total da produção (Quadro 7.6) sugerem o mesmo, ou seja, que a cultura de mandioca é a mais rentável (*RBC* entre 4.2 e 5.8) e a do tomate a menos rentável (*RBC* entre 0.4 e 0.5).

Relativamente à quebra de rendimento, (última coluna do Quadro 7.12), apesar de ser progressivamente crescente do cenário I para o cenário IV, os valores de *RBC* na maioria das culturas continuam superiores a 1.5 (cenários I a III). No cenário IV, as únicas culturas rentáveis são a mandioca, a cebola e o milho. Neste cenário, o valor expectável do risco é maior, cerca de 22798.8 €, sendo sobretudo provocado pela quebra de produção devido ao stress hídrico muito forte. Neste cenário é recomendado a prática apenas das culturas rentáveis minimizando assim o valor do risco.

### 7.5. Comparação do risco das duas opções de rega. Redução de área versus rega deficitária

Comparando as opções 1 (redução da área) e 2 (rega deficitária) verifica-se que as quebras de rendimento são da mesma ordem de grandeza, até um certo limite de disponibilidade hídrica (Quadro 7.13). Anota-se que as categorias de risco coincidem com as apresentadas no subcapítulo 7.4.3.4, a propósito do Quadro 7.9 (*PS*, risco aceitável; *Md*, risco aceitável grau moderado; *MS*, risco tolerável grau muito significativo; e *CR*, risco intolerável grau crítico).

**Quadro 7.13:** Comparação dos riscos das opções de rega em anos de seca.

Valor expectável do risco ou quebra de rendimento líquido				
Opção 1 Redução da área regada		Opção 2 Rega deficitária		Categorias de risco
Quebra de rendimento (€)	% de área reduzida	Quebra de rendimento (€)	Cenário	
5595.3	16	5775.9	I	PS
9842.6	24	10835.4	II	Md
15056.3	31	16803.5	III	Md
21236.6	39	22798.8	IV	MS
28383.2	47	---	---	MS
36496.4	55	---	---	MS
49836.9	63	---	---	MS
65208.3	71	---	---	CR
82610.5	79	---	---	CR
102043.5	87	---	---	CR
123507.2	94	---	---	CR

Reduzindo a área regada em 16%, na opção 1, obtêm-se aproximadamente as mesmas quebras de rendimento (5595.3 €) do cenário I na opção 2 (5775.9 €); isto é, corre-se um risco cujo valor expectável do prejuízo é superior a cinco mil e quinhentos euros. Se a redução de área for de 24, 31 e 39%, as quebras de rendimento continuam próximas das observadas nos cenários II, III e IV da opção 2, respetivamente. Portanto, o risco é maior quando a área regada é reduzida mais de 39% ou quando a rega deficitária conduz a quebras de produção superiores a 25%. A partir deste limite, o risco passa a ser muito significativo, crítico, pois, a quebra de rendimento é muito grande para a maioria das culturas praticadas.

Por outro lado, a redução contínua da área regada pode levar a quebras de rendimento muito elevadas. Assim, aconselha-se a opção 1 apenas em situações de extrema escassez hídrica, onde a redução da área regada seja inevitável.

Na prática, a opção 1 é mais fácil e mais comum entre os agricultores da Ilha de Santiago, razão pela qual sempre que as disponibilidades hídricas são escassas se verifica uma redução de áreas regadas frequentemente superior a 60%. A opção 2 habitualmente não é muito praticado no caso de estudo. Ela é mais exigente e necessita de assistência técnica. Nesse caso o agricultor precisa ser informado e sensibilizado da importância da rega deficitária, seus riscos e benefícios, bem como a importância da poupança de água na rega em períodos de secas.

O agricultor pode, no entanto, optar por uma solução intermédia, praticando a rega deficitária, para algumas culturas (mais resistentes à seca) e/ou reduzindo a área cultivada, minimizando o risco. Tanto a opção 1, como a 2 são praticáveis, desde que sejam estabelecidos os limites de risco máximo admissível, em função da sensibilidade da cultura ao stress e do seu valor no mercado.

## **7.6. Considerações finais**

Pelos resultados, pode afirmar-se que a aplicação de um processo de análise de risco propiciou uma informação adicional sobre os sistemas de rega em análise, permitindo conhecer melhor as situações menos frequentes e mais complexas (secas severas e extremas), assim como as suas possíveis consequências, contribuindo para, de alguma forma, evitar ou minimizar essas consequências, afastando a ocorrência de níveis de produção intoleráveis ou, até mesmo, o abandono da atividade agrícola.

Ao incorporar-se a avaliação das consequências negativas identificadas na produção agrícola (quebras de produção, redução da área regada, quebras de rendimento), obteve-se uma ferramenta de regulação importante no processo de decisão, capaz de orientar os agricultores na identificação da melhor estratégia de rega a adotar sem grandes quebras de rendimento.

Este estudo permitiu uma visão integrada da problemática da garantia de produção, com restrições de disponibilidades de água, o que pode conduzir a uma perceção mais realista dos respetivos níveis de produção e das possibilidades de os incrementar adotando calendários melhorados. Proporcionou, ainda, mais informação sobre os riscos associados à produção e facultou elementos que podem mais facilmente ser objeto de decisões sustentadas relativamente à produção agrícola.

A análise de risco aqui desenvolvida permitiu ainda orientar ações e hierarquizar prioridades através de cenários envolvendo, entre outros parâmetros, o risco, necessariamente entendido como um custo. Recomenda-se a renovação e adequação constante desta metodologia de análise de risco às necessidades e condicionamentos da produção agrícola em Achada Baleia e nos restantes perímetros regados na zona leste da Ilha de Santiago, visando atingir um estado de consolidação e equilíbrio a nível do conhecimento e das práticas agrícolas. Só assim a gestão de risco pode contribuir para a evolução do sector hidroagrícola e da sociedade camponesa da Ilha de Santiago.